

DOCKET NO: 2421-0331-2XPCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Ryuzou TOMOMATSU

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP98/02119

INTERNATIONAL FILING DATE: 14 May 1998

FOR: SURFACE INSPECTION APPARATUS AND SURFACE INSPECTION  
METHOD

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO.:</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
JAPAN	9/123987	14 MAY 1997

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP98/02119. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak  
Attorney of Record  
Registration No. 24,913  
William E. Beaumont  
Registration No. 30,996

Crystal Square Five  
Fourth Floor  
1755 Jefferson Davis Highway  
Arlington, Virginia 22202  
(703) 413-3000



09 / 147890

PCT/JP98/02119

日 本 国 特 許 庁

30.06.98

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

1997年 5月14日

REC'D 21 AUG 1998

WIPO

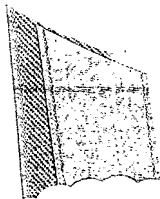
PCT

出 願 番 号  
Application Number:

平成 9年特許願第123987号

出 願 人  
Applicant(s):

出光石油化学株式会社

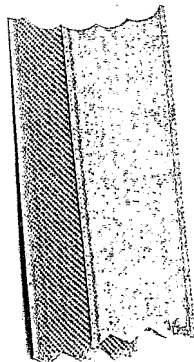
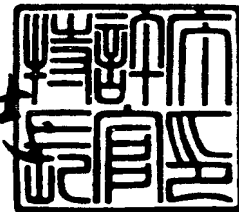


PRIORITY DOCUMENT

1998年 8月 7日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Patent Office

山 佐 建 志



出証番号 出証特平10-3062413

【書類名】 特許願

【整理番号】 ID1-1424

【提出日】 平成 9年 5月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01N 21/00

【発明の名称】 表面検査装置および表面検査方法

【請求項の数】 8

【発明者】

    【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 1 番地 1

    【氏名】 友松 龍蔵

【特許出願人】

    【識別番号】 000183657

    【氏名又は名称】 出光石油化学株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100079083

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 木下 實三

    【電話番号】 03(3393)7800

【選任した代理人】

    【識別番号】 100094075

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 中山 寛二

    【電話番号】 03(3393)7800

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 021924

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9003441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面検査装置および表面検査方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定物の表面に光を照射する光源と、

前記被測定物の表面に対向しかつ前記光源から照射されて前記被測定物の表面で反射された反射光を受光する対物レンズと、

この対物レンズに受光される反射光のうち、当該対物レンズにその光軸と平行な方向で入射した成分を検知してその光量を求める光検出手段と、

前記対物レンズおよび光検出手段の間の光路に設けられたスリットとを備えたことを特徴とする表面検査装置。

【請求項2】 請求項1に記載した表面検査装置において、

前記光源および被測定物の間の光路には照明切換手段が設けられ、

この照明切換手段は、前記光源からの光を前記対物レンズの光軸と平行にしかつ前記対物レンズを通じて前記被測定物に照射する明視野照明と、前記光源からの光をリング状に形成しかつ前記被測定物の表面に焦点が存在するように前記対物レンズの光軸に対して斜めに照射する暗視野照明とを切り換えるものであることを特徴とする表面検査装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載した表面検査装置において、

前記スリットの開口の大きさは変更可能とされていることを特徴とする表面検査装置。

【請求項4】 請求項1から請求項3までのいずれかに記載した表面検査装置において、前記光検出手段は、前記スリットを通過した光の光量を、前記被測定物として標準サンプルを用いたときに検出された光量を基準にして変換する演算手段を備えたことを特徴とする表面検査装置。

【請求項5】 被測定物の表面に光を照射してその照射光を前記被測定物の表面で反射させ、

この反射光のうち、前記被測定物に対向して設けられた対物レンズの光軸と平行な成分を前記対物レンズを通じてスリットに入射させ、

この入射光のうち前記スリットの開口を通過した成分のみを受光し、

この受光した光の光量を求めることを特徴とする表面検査方法。

【請求項6】 請求項5に記載した表面検査方法において、前記スリットの開口の大きさおよび前記対物レンズの倍率をそれぞれ変えて、前記被測定物の表面における光検出範囲を調節することを特徴とする表面検査方法。

【請求項7】 請求項5または請求項6に記載した表面検査方法において、前記受光した光の光量を、前記被測定物として標準サンプルを用いたときに検出された光量を基準にして変換することを特徴とする表面検査方法。

【請求項8】 請求項7に記載した表面検査方法において、前記被測定物の表面状態に応じて、前記被測定物への光の照射角度を変えることを特徴とする表面検査方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、表面検査装置および表面検査方法に関し、詳しくは、自動車部品、OA機器、家電製品等の表面状態を定量化する表面検査装置および表面検査方法に関する。

##### 【0002】

#### 【背景技術】

自動車の内外装部品、OA、家電等の分野においては、製品の外観に関わる表面の物理的性質、具体的には、傷、凹凸むら、光沢むら、色むら等に対する要求レベルが年々厳しくなっている。とくに、合成樹脂からなる製品では、前述した各種性質に加えて、製品表面のウェルドラインの外観、フローマークの外観、応力白化等が商品価値に大きく関与している。

このような製品の表面状態は、従来、目視によってランク分けする官能試験を行って評価していた。しかしながら、官能試験では、試験結果が各評価項目に対するランクとしてしか得られず、表面状態についての詳細な情報、すなわち、肉眼で見た状態と同レベルの情報を保存できないことから、品質管理および材料開発の妨げになっていた。

##### 【0003】

このような問題を解消するために、製品の表面状態を写真等で保管することが行われているが、撮影条件や焼付け条件等によってコントラストが異なるため客観的なデータにならず、製品や材料の表面状態を精度よく数値化、定量化できる方法や装置が切望されていた。

【0004】

一方、合成樹脂材料の表面状態を定量化する方法として、本出願人は、材料表面の傷による白化の程度を測定する方法を提案した（特公平7-52160号公報）。この方法は、合成樹脂製試料に所定形状の傷を付けて、その傷付白化部に暗視野照明により光を照射し、その乱反射光のうち対物レンズの光軸と平行な成分の光量を測定して傷付白化度を測定する方法であり、傷の大きさに応じて対物レンズの倍率を変えることで、光検出範囲、つまり試料表面において反射光を検出する対象となる範囲を調整していた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

この方法は、材料開発等における材料試験には有用であったが、品質管理における製品の表面検査には適用できないという問題があった。すなわち、この方法では、測定のために試料に所定形状の傷を付けなければならないので、製品の表面状態をそのまま数値化できないうえに、検出精度が低いため所定形状の傷の部分しか定量化できないことから、傷以外の部分を含む被測定物全体の表面状態を定量化することができなかった。

また、微細な傷の白化度を測定するときには高倍率の対物レンズを用いて検出範囲を小さくするため、試料が複雑な形状を有する場合等には、傷の位置が異なると焦点のずれによって測定誤差が生じ、高精度な測定を実現できなかった。このような焦点のずれを小さくするために低倍率の対物レンズを用いると、傷の周辺部分が検出範囲に含まれるようになって、傷からの反射光を精度よく検出できなくなるという問題があった。

【0006】

本発明の目的は、被測定物の形状に拘わらずその表面状態を精度よく定量化できかつ製品の表面検査にも適用できる表面検査装置および表面検査方法を提供す



ることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の表面検査装置は、被測定物の表面に光を照射する光源と、被測定物の表面に対向しかつ光源から照射されて被測定物の表面で反射された反射光を受光する対物レンズと、この対物レンズを通過する反射光のうち、当該対物レンズにその光軸と平行な方向で入射した成分を検知してその光量を求める光検出手段と、対物レンズおよび光検出手段の間の光路に設けられたスリットとを備えたことを特徴とする。

【0008】

本発明では、光源から照射された光は被測定物の表面で反射し、その反射光が対物レンズを通るようになる。反射光が対物レンズに入射する際に、対物レンズの光軸と平行に入射した反射光は、対物レンズを通ってからスリットに入射し、このスリットの開口を通過した光のみが光検出手段に導入されてその光量が求められる。

【0009】

このように対物レンズと光検出手段の間の光路にはスリットが設けられているため、対物レンズの光軸と平行な方向に反射した反射光のうちスリットの開口を通過した成分のみを取り出して検出できるから、被測定物の表面における反射光の検出範囲、つまり光検出範囲をスリットの開口によって制限できる。従って、対物レンズおよびスリットにより光検出範囲を絞り込むことで限定された範囲内の反射光を取り出してその光量を求めることができるから、目的とする外観の表面状態を厳密かつ高精度に定量化できる。

さらに、複雑な形状の被測定物の表面状態を測定するにあたって、焦点のずれを防ぐために低倍率の対物レンズを用いた場合でも、スリットによって被測定物の表面における光検出範囲を制限できるため、被測定物の表面を複数の光検出範囲に細かく分割して検出できるから、被測定物の表面状態を精度よく定量化できる。

【0010】

このように優れた検出精度が得られるので、従来の傷の白化度だけでなく、色や凹凸等による表面状態の相違も定量化できるとともに、傷のない部分を含んだ被測定物の表面全体の定量化が可能になるため、被測定物の外観に対応した評価結果を得ることができるうえに、従来のように測定のために被測定物の表面に所定の傷を付けなくてもよくなるから、材料の表面検査だけでなく製品の品質検査における表面検査にも用いることができる。

【0011】

また、被測定物を走査して評価する場合は、測定面積、つまり光検出範囲を絞ることが好ましい。この際、走査にともなう焦点振れが懸念されるため、対物レンズはできるだけ低倍率のものをを用い、スリットの開口を小さくすることで光り検出範囲を絞り込む方が、焦点振れを抑制する上で好ましい。

また、対物レンズは、低倍率の方が目視外観に近づくため、目視結果と高い相関が得られる。従って、対物レンズには、低倍率のもの、例えば、10倍以下のものをを用いることが好ましい。

【0012】

さらに、本発明の装置では、光源および光検出手段を選定することによって、光源の分光特性および光検出手段の分光感度を標準のものに規定すれば、光量が色差や明度等の標準化された値として得られる。

【0013】

以上において、光源および被測定物の間の光路には照明切換手段が設けられ、この照明切換手段は、光源からの光を対物レンズの光軸と平行にしかつ対物レンズを通じて被測定物に照射する明視野照明と、光源からの光をリング状に形成しかつ被測定物の表面に焦点が存在するように対物レンズの光軸に対して斜めに照射する暗視野照明とを切り換えるものであることが好ましい。

【0014】

この場合、照明切換手段によって、被測定物の表面状態やその表面状態に対して着目する項目に応じて明視野照明と暗視野照明とを使い分けることで、被測定物の表面状態を一層高精度に定量化できる。

例えば、被測定物が合成樹脂からなる場合、傷の有無や傷の大きさ等について

調べる場合には、斜め方向から光を照射する暗視野照明を用いることで、傷等において乱反射が生じやすくなるので、検出される光量が傷に対応して大きく増減するようになり、目視結果との優れた相関が得られる。また、明度むら、光沢むら、ウェルドの外観、フローマークの外観等について調べる場合には、目視に対応して明視野照明および暗視野照明を選択して用いるようにすれば、各項目について目視に対応した高精度な検査結果が得られる。

#### 【0015】

また、暗視野照明では、被測定物の表面に対して、リング状にあらゆる方向から光が照射されるため、照射方向の違いによる測定誤差を解消でき、目視結果と相関する優れた検出結果が得られる。すなわち、被測定物に対して一方向からのみ光を照射すると、外観不良等は一般に方向性があるため、他の方向から光を照射した場合とは検出される反射光の光量が異なることがあり、また、目視判定において被測定物を見る方向は必ずしも一定ではないことから、リング状に光を照射することで、照射方向によるデータのばらつきを解消できる。

#### 【0016】

さらに、暗視野照明を用いて被測定物の表面の異常部分について測定する場合には、対物レンズの光軸に対する光の照射角度を目視結果に基づいて設定することが好ましい。具体的には、被測定物の異常部分を角度を変えて目視し、正常な部分との差が顕著に区別できる角度条件を選定し、この選定した角度を光の照射角度とすることが好ましく、これによると、目視と同様な条件の下で表面状態を観測できるから、目視結果との相関が得られる。

#### 【0017】

そして、前述したスリットの開口の大きさは変更可能とされていることが望ましい。

このようにすると、スリットの開口の大きさを調整することで、被測定物の表面における光検出範囲を被測定物の表面状態等に応じて任意に調整できるため、一層高精度な検査を実現できる。

#### 【0018】

スリットとしては、例えば、円形の開口を有するものを用いることができ、こ

の場合、スリットの開口の径は、0.2～30mmとすることが好ましい。スリットの開口の径が0.2mm未満では、光検出部に導入される光が不足して、定量化が困難になるおそれが生じる。

また、被測定物として表面に不均一なシボが付いたものを用いる場合には、スリットの開口の径を大きくして光検出範囲を広げた方が、測定値変動が少なくなるため好ましい。

#### 【0019】

さらに、前述した光検出手段は、スリットを通過した光の光量を、被測定物として標準サンプルを用いたときに検出された光量を基準にして変換する演算手段を有することが好ましい。

ここで、標準サンプルとは、被測定物について調べたい属性、具体的には、明度、白色度、色差等においてそれぞれ標準にするサンプルであり、例えば、白色標準板、マンセル色票等の色の標準色票に基づいて共通化された標準サンプル、個別に設定した標準サンプル、被測定物における正常部分等である。この標準サンプルは、評価項目に応じて適宜選択すればよい。

#### 【0020】

このような演算手段を設ければ、被測定物について検出された光量を標準サンプルの光量を基準にした相対的な値として求めることができる、つまり、絶対測定だけでなく比較測定も行えるようになる。従って、検査結果を目視結果に近く理解しやすい値として再現性よく得ることができる。

また、目視結果の良好なものを標準サンプルとすれば、この標準サンプルを基準にした相対的な検査結果が得られるので、被測定物を簡単に評価できる。

さらに、測定条件を変えて検査した場合でも、各測定条件下で同じ標準サンプルを用い、この標準サンプルの光量を基準にして被測定物の光量を変換することで、測定条件の違いによる検査結果の誤差を解消できるため、正確な検査結果が得られる。

#### 【0021】

一方、本発明の表面検査方法は、被測定物の表面に光を照射してその照射光を被測定物の表面で反射させ、この反射光のうち、被測定物に対向して設けられた

対物レンズの光軸と平行な成分を対物レンズを通じてスリットに入射させ、この入射光のうち前記スリットの開口を通過した成分のみを受光し、この受光した光の光量を求めることを特徴とする。

## 【0022】

本発明においては、対物レンズの光軸と平行な方向に反射した反射光のうちスリットの開口を通過した成分のみを取り出して検出できるから、被測定物の表面における反射光の検出範囲、つまり光検出範囲をスリットの開口によって制限できる。従って、対物レンズおよびスリットにより光検出範囲を絞り込むことで限定された範囲内の反射光を取り出してその光量を求めることができるから、表面状態を厳密かつ高精度に定量化できる。

また、低倍率の対物レンズを用いた場合でも、スリットによって被測定物の表面における光検出範囲を制限できるため、被測定物の表面状態を精度よく定量化できる。

## 【0023】

さらに、優れた検出精度が得られるので、従来の傷の白化度だけでなく、テカリ傷（傷付部の高光沢化により目立つ傷で、特に、被測定物を光にかざしてみた場合に目立つ傷）であっても定量化できる。また、色や凹凸等による表面状態の相違も定量化できるとともに、傷のない部分を含んだ被測定物の表面全体の定量化が可能になるため、被測定物の外観に対応した評価結果を得ることができる。さらに、従来のように測定のために被測定物の表面に所定の傷を付けなくてもよくなるから、材料の表面検査だけでなく製品の品質検査における表面検査にも用いることができる。

## 【0024】

そして、前述したスリットの開口の大きさおよび対物レンズの倍率をそれぞれ変えて、被測定物の表面における光検出範囲を調節することが望ましい。

このようにスリットの開口の大きさと対物レンズの倍率とを組み合わせることで、被測定物の表面における光検出範囲を被測定物の表面状態等に応じて任意に調整できるため、一層高精度な検査を実現できる。

## 【0025】

さらに、受光した光の光量を、被測定物として標準サンプルを用いたときに検出された光量を基準にして変換することが望ましい。

このようにすると、被測定物について受光した光の光量を標準サンプルを基準にした値として求めることができるので、測定毎の値の信頼性が高く、検査結果を目視結果に近く理解しやすい値として得ることができる。

また、目視結果の良好なものを標準サンプルとすれば、この標準サンプルを基準にした相対的な検査結果が得られるので、被測定物を簡単に評価できる。

さらに、測定条件を変えて検査した場合でも、各測定条件下で同じ標準サンプルを用い、この標準サンプルの光量を基準にして被測定物の光量を変換することで、測定条件の違いによる検査結果の誤差を解消できるため、正確な検査結果が得られる。

#### 【0026】

そして、被測定物の表面状態に応じて、被測定物への光の照射角度を変えるようにしてもよい。

この照射角度には特に制限はなく、対物レンズの光軸に対して0～45度の範囲で、検査目的および被測定物の表面状態等によって任意に設定することができる。

このように光の照射角度を調節することで、被測定物の表面状態を一層高精度に定量化できる。

例えば、合成樹脂からなる被測定物の光沢むら、ウェルド外観、フローマーク、傷の有無や凹凸むら等を調べる場合には、角度を変えて被測定物を目視することによって光の照射角度を選定するようにすれば、各項目について目視に対応した高精度な検査結果が得られる。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。

図1には、本実施形態の表面検査装置1が示されている。この表面検査装置1は、被測定物2の表面に光を照射するための光源11と、被測定物2の表面に対向する位置に設けられた対物レンズ12と、この対物レンズ12にその光軸と平

行な方向で入射した成分を検知してその光量を求める光検出手段 13 とを有して構成され、具体的には、光源 11 および対物レンズ 12 を含む落射照明型の偏光顕微鏡 3 に光検出手段 13 を接続したものである。

#### 【0028】

この偏光顕微鏡 3 の顕微鏡本体 30 は、鉛直方向に設けられた鉛直光路用筒 31 と、この鉛直光路用筒 31 から水平方向に延びる照明光路用筒 32 とを含んで構成されている。鉛直光路用筒 31 の下端部には対物レンズ鏡筒 33 が取り付けられ、この対物レンズ鏡筒 33 は照明光路用筒 32 の軸線に対して直角に取り付けられている。

この対物レンズ鏡筒 33 の内部には、対物レンズ 12 が収納されているとともに、その対物レンズ 12 の外周に後述するリング状の暗視野照明用レンズ 25 が収納され、これらの対物レンズ 12 および暗視野照明用レンズ 25 はそれぞれ所定倍率のものと所定屈折率のものとが選択的に組み合わせて組み込まれている。このような対物レンズ鏡筒 33 は、対物レンズ 12 の倍率および暗視野照明用レンズ 25 の屈折率が異なるものが複数種類用意され、対物レンズ鏡筒 33 を選択的に鉛直光路用筒 31 に装着することで、測定における対物レンズ 12 の倍率および暗視野照明用レンズ 25 の屈折率を調整できるようになっている。

この対物レンズ鏡筒 33 の下方には、被測定物 2 を載せるためのステージ 21 が設けられ、このステージ 21 は対物レンズ 12 の光軸上に配置されるとともに水平方向および鉛直方向に移動可能に設置されている。

#### 【0029】

照明光路用筒 32 内部において対物レンズ 12 の光軸と直交する軸上には光源 11 が設置され、この軸上には、光源 11 からの光を対物レンズ 12 の光軸に対して直交する平行光線とするコリメートレンズ 22 が配置されている。

#### 【0030】

また、鉛直光路用筒 31 内における光源 11 からの光の光軸と対物レンズ 12 の光軸との交点位置には、光源 11 からの光を明視野照明或いは暗視野照明として被測定物 2 に照射するための照明切換手段である明暗視野切換スライド 14 が設置されている。

この明暗視野切換スライド14は、図2にも示すように、光源11からの光の光軸および対物レンズ12の光軸に対して直交する方向にスライド可能に取り付けられ、このスライド方向に沿って、明視野照明用の円形状ハーフミラー部23と、内部が透光部24Aとされたリング状完全反射ミラー部24とが並列的に設けられている。また、対物レンズ12の周囲には、リング状の暗視野照明レンズ25が設けられ、リング状完全反射ミラー部24で対物レンズ12の光軸方向に反射した光を、被測定物2の表面に焦点が存在するように斜め方向から照射するように構成されている。この暗視野照明レンズ25は、屈折率の異なる複数種類が用意され、これらを適宜選択して用いることで被測定物2の表面に対する照射角度、つまり対物レンズ12の光軸に対する光の照射角度を調整できるようになっている。

## 【0031】

このような偏光顕微鏡3では、明暗視野切換スライド14をスライドさせることで、被測定物2に対して0度の照射角度で光を照射する明視野照明と、対物レンズ12の光軸に対して斜めの照射角度で被測定物2に光を照射する暗視野照明とを切り換える。

すなわち、図1に示すように、暗視野照明用のリング状完全反射ミラー部24を光軸上に切り換えると、コリメートレンズ22からの平行光線のうちリング状完全反射ミラー部24に照射される光のみが反射してリング状に形成されるとともに対物レンズ12の光軸と平行になり、暗視野照明レンズ25に入射して、対物レンズ12の光軸に対して斜めの角度、例えば、45度に屈折して被測定物2の表面に照射される。

また、明視野照明用の円形状ハーフミラー部23（図2参照）を光軸上に切り換えると、コリメートレンズ22からの平行光線のうち円形状ハーフミラー部23に照射される光のみが反射して対物レンズ12の光軸と平行になり、対物レンズ12を通過して対物レンズ12の光軸に対して0度の照射角度で被測定物2に照射される。

## 【0032】

このような明暗視野切換スライド14は、対物レンズ12およびステージ21



と同一軸線上に配置され、この明暗視野切換スライド14の上方には図示しない接眼レンズを備えた鏡筒と光検出手段13とが設けられている。これらの鏡筒（図示省略）および光検出手段13は、対物レンズ12の光軸上に配置されている。

本実施形態の装置1では、光源11から明暗視野切換スライド14を介して被測定物2の表面に照射した照射光は、被測定物2の表面で反射して対物レンズ12に入射するようになり、この対物レンズ12に入射した反射光のうち対物レンズ12の光軸と平行な成分を光検出手段13で受光するようになっている。

#### 【0033】

この光検出手段13および対物レンズ12の間の光路、具体的には、光検出手段13と明暗視野切換スライド14との間には、円盤状のスリット29が設置され、このスリット29はその中心を軸に水平方向に回転可能に取り付けられている。スリット29は、その周方向に沿って大きさの異なる複数の開口29A、29Bを有し、これらの開口29A、29Bがスリット29の回転によってそれぞれ対物レンズ12の光軸上に位置するように取り付けられている。

これにより、スリット29を回転させることで、対物レンズ12の光軸上におけるスリット29の開口29A、29Bの大きさを変更し、光軸上の開口29A、29Bを通過した光Pのみを光検出手段13に導入できるようになっている。

また、スリット29は、顕微鏡本体30の外側から回転操作できるように、その一部が鉛直光路用筒31から外部に突出するように設置されている。

なお、スリット29の開口29A、29Bの形状は、とくに限定されず、例えば、円形のものであってもよく、或いは、矩形のものであってもよい。

#### 【0034】

そして、前述した接眼レンズを含む鏡筒（図示省略）は、このスリット29の下方に設けられ、接眼レンズから被測定物2の表面を観察したときの視野の中にスリット29の開口の大きさが表示されるようになっている。従って、被測定物2の表面を観察しながら最適なスリット29の開口を選定できるようになっている。

#### 【0035】

一方、光検出手段13は、図3に示すように、スリット29を通過した光Pを受光してその光量を求めるとともに、必要に応じて、この光量を標準サンプルの光量を基準にして変換するものである。

この光検出手段13は、標準サンプルの光量を標準値として設定するための入力手段41と、受光した光の光量を電流値に変換する光電変換手段42と、この光電変換手段42からの電流値をデジタル化するA/D変換器43と、このデジタル化した信号を所望の値に変換するための演算手段44とを備えている。この演算手段44には表示手段45および記憶手段46が接続され、これにより、入力手段41からの標準値の設定命令に基づいて、被測定物の光量を、演算手段44によって、記憶手段46に記憶したデータおよびプログラムに従って演算し、表示手段45によりデジタル表示するようになっている。

#### 【0036】

次に、表面検査装置1を用いた本実施形態の表面検査方法について説明する。

まず、被測定物2をステージ21上に載せ、接眼レンズ（図示省略）から被測定物2の表面を観察しながら、対物レンズ鏡筒33を変えることで対物レンズ12の倍率を選定するとともに、スリット29を回転させて対物レンズ12の光軸上に配置する開口29A、29Bを選択し、被測定物2の表面における光検出範囲を調節する。このような光検出範囲の調整では、対物レンズ12により制限された光検出範囲がスリット29によってさらに狭く制限される。

#### 【0037】

また、被測定物2の表面状態について着目する項目や被測定物2の表面状態に応じて明暗視野切換スライド14をスライドさせることで、光源11からの照明を明視野照明或いは暗視野照明に切り換える。

例えば、被測定物2が合成樹脂からなる場合、傷の有無や傷の大きさ等の項目について調べるときには、一般的に、光を斜め方向から照射する方が傷等の部分で光が乱反射しやすいので暗視野照明を用いる。また、光沢むら、ウェルド外観、フローマーク等の項目について調べる場合には、目視によって正常な部分との差が顕著に観察される角度を選定し、この角度が0度の場合は明視野照明を用い、0度以外の角度の場合には暗視野照明を用いる。これにより、各項目に関する

被測定物 2 の表面状態が精度よく光量に反映されて、目視に対応した検査結果が得られるようになる。

この際、暗視野照明における光の照射角度は、選定した角度に基づいて暗視野照明用レンズ 25 の屈折率を設定することによって目視に対応させるようにし、その照射角度は、例えば、45 度である。なお、暗視野照明用レンズ 25 の屈折率の設定は、所望の屈折率の暗視野照明用レンズ 25 を内蔵した対物レンズ鏡筒 33 を鉛直光路用筒 31 に装着することにより行う。

#### 【0038】

そして、光源 11 から光を照射すると、この照射光はコリメートレンズ 22 を通過して平行光線になり、明暗視野切換スライド 14 を介して被測定物 2 の表面に照射される。この照射光は被測定物 2 の表面で反射し、この反射光のうち対物レンズ 12 の光軸と平行な成分は対物レンズ 12 を通過してスリット 29 に入射し、この入射光のうちスリット 29 の開口 29A, 29B を通過した成分のみが光検出手段 13 の光電変換手段 42 に検知され、その光量が電流値に変換される。この電流値は、A/D 変換器 43 によってデジタル化され、演算処理を行わない場合には、電流値がそのまま表示手段 45 によってデジタル表示される。

#### 【0039】

このとき、被測定物 2 の表面で反射される光の反射角度および反射光の強さ（反射率）等は被測定物 2 の表面状態に応じて変化するため、光検出手段 13 により検出される光量、つまり表示される電流値は、被測定物 2 の表面状態に応じて変化する。

例えば、被測定物 2 の表面に白化傷（表面荒れによる傷）がある場合には、傷の部分に照射された光は乱反射するため、傷の部分と傷のない部分とでは対物レンズ 12 に入光してスリット 29 を通過する光の量、つまり検出される光量が異なる。

また、被測定物 2 の表面の色、具体的には、色相、明度、彩度等が異なる場合には、光の反射率が変わるため、検出される光量は、被測定物 2 の表面の色によって変化する。

#### 【0040】

このような検査を、被測定物2の表面における一定の範囲或いは表面全体に対して行う場合、つまり走査して評価する場合には、測定時にステージ21を水平方向に移動させることで被測定物2を移動させながら検査を行い、光検出手段13においては一定周期で光をサンプリングして処理する。この際、ステージ21は連続的に移動させてもよく、断続的に移動させてもよい。

【0041】

一方、被測定物として標準サンプルを用いたときに検出された光量に基づいて、被測定物2の検査で検出された光量を変換する場合には、予め、前述した被測定物2の検査と同様にして標準サンプルの表面状態について検査を行って、その光量を入力手段41によって標準値として設定し、記憶手段46に記憶しておく。

そして、入力手段41により、被測定物2の光量を、記憶した標準値を基準にして変換処理するように設定し、被測定物2の表面状態を検査する。すると光検出手段13において、光電変換手段42で受光した光の光量は電流値に変換され、その電流値はA/D変換器43によりデジタル化されて演算手段44に入力される。この演算手段44では、デジタル化された電流値が、記憶手段46で記憶した標準値と比較されて相対的な値に演算され、この値が表示手段45によってデジタル表示される。

【0042】

この標準サンプルは、被測定物2の表面状態について着目する項目や検査目的等に応じて適宜選定する。

例えば、製品の品質検査や異常なサンプルについて検査する場合には、正常なサンプルを標準サンプルとして用い、正常なサンプルとの比較結果を出力させることができる。具体的には、合成樹脂製品について、明度、光沢度、ウェルドの外観、フローマークの外観等の項目に着目して検査を行う場合、これらの項目について目視結果の良好な製品を標準サンプルとして、検査対象としての製品や異常サンプルの測定を行うことで、これらの反射光の光量が良好な製品の光量との比較結果として表示される。

【0043】

また、調べたい項目について基準となる標準化されたものを標準サンプルとして用いるようにしてもよい。例えば、サンプルの色を評価する場合には、物体色の標準として一般に使用されているもの、具体的には、マンセル色票等の標準色票に基づいた色のサンプルを標準サンプルとして用いることにより、検査対象としての被測定物2の光量が標準サンプルとの色の差として表示される。

#### 【0044】

さらに、一つの被測定物2においてその表面状態の均一さ、具体的には、明度むら、光沢むら、凹凸むら、色むら等を検査する場合には、その表面における所定部分を標準サンプルとし、この標準サンプルとした部分について検出された光量を標準値として他の部分を測定してもよい。この場合、検出された光量は標準サンプルとした部分の光量との差として出力される。

#### 【0045】

このような本実施形態によれば、以下のような効果がある。

すなわち、対物レンズ12と光検出手段13の間の光路にはスリット29が設けられているため、対物レンズ12の光軸と平行な方向に反射した反射光のうちスリット29の開口29Aまたは開口29Bを通過した成分のみを取り出して検出できるから、被測定物2の表面における反射光の検出範囲、つまり光検出範囲をスリット29の開口29Aまたは開口29Bによって制限できる。従って、対物レンズ12およびスリット29により光検出範囲を絞り込むことで限定された範囲内の反射光を取り出してその光量を求めることができるから、表面状態を厳密かつ高精度に定量化できる。

とくに、複雑な形状の被測定物の表面状態を測定するときに、焦点のずれを防ぐために低倍率の対物レンズ12を用いた場合でも、スリット29によって被測定物2の表面における検出範囲を制限できるため、低倍率のまま被測定物2の表面を複数の検出範囲に細かく分割して検出できるから、被測定物2の表面状態を精度よく定量化できる。

#### 【0046】

さらに、優れた検出精度が得られるので、傷の白化度だけでなく、色、光沢、凹凸等による表面状態の相違も定量化できるとともに、被測定物2の表面全体の

定量化が可能になるため、被測定物2の外観に対応した評価結果を得ることができ、従来のように測定のために被測定物2の表面に所定の傷を付けなくてもよくなるから、材料の表面検査だけでなく製品の品質検査における表面検査にも適用できる。

【0047】

そして、光源11および被測定物2の間の光路には明暗視野切換スライド14が設けられているため、所望の項目について被測定物2の表面状態を目視観察することにより選定した観察角度に対応して、明視野照明と暗視野照明とを使い分けることで、被測定物2の表面状態を一層高精度に定量化できる。

また、暗視野照明では、被測定物2の表面にはリング状にあらゆる方向から光が照射されるため、照射方向の違いによる測定誤差を解消でき、目視結果と相関した優れた検出結果が得られる。すなわち、被測定物2に対して一方の方向からのみ光を照射すると、他方の方向から光を照射した場合と検出される光量が異なることがあり、また、目視判定において被測定物2を見る方向は必ずしも一定ではないことから、リング状に光を照射することで、照射方向によるデータのばらつきを解消できるとともに、目視と同様な条件の下で表面状態を観測できる。

【0048】

そして、対物レンズ12の倍率とスリット29の開口29A、29Bの大きさをそれぞれ変えることで、被測定物2の表面における光検出範囲を調整できるから、一層高精度な検査を実現できる。

【0049】

さらに、光検出手段13は演算手段44を有するため、被測定物2について検出した光量を標準サンプルの光量を基準にした値として求めることができるので、検査結果を目視結果に近く理解しやすい値として得ることができる。

また、目視結果の良好なものを標準サンプルとすることで、この標準サンプルを基準にした相対的な検査結果が得られるので、被測定物2を簡単に評価できる。

さらに、測定条件を変えて検査した場合でも、各測定条件下で同じ標準サンプルを用い、この標準サンプルの光量を基準にして被測定物2の光量を変換するこ

とで、測定条件の違いによる検査結果の誤差を解消できるため、正確な検査結果が得られる。

【0050】

また、既存の偏光顕微鏡3を用いて表面検査装置1を構成したので、偏光顕微鏡3にスリット29を組み込んで光検出手段13と接続するだけで、装置1を簡単かつ低コストに組み上げることができる。

【0051】

なお、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる他の構成等を含み、以下に示すような変形なども本発明に含まれる。

すなわち、前記実施形態のスリットは円盤状に形成されていたが、これに限定されず、例えば、スリットを帯状に形成して、その長手方向に沿って開口を並列的に設け、長手方向に沿ってスリットをスライドさせることで対物レンズの光軸上に配置する開口を選択するようにしてもよく、或いは、開口の大きさの異なるスリットを複数用意し、このスリットを適宜選択して装着することで光軸上の開口の大きさを変えるようにしてもよい。また、スリットの開口は、必要に応じて対物レンズの光軸から外れた位置に形成してもよい。

【0052】

前記実施形態では、明暗視野スライド14を用いて明視野照明と暗視野照明とを切り換えるようにしたが、照明切換手段は明暗視野スライド14を用いた構造に限定されず、例えば、前記実施形態のスライド14とは異なる形状のスライドを用いた構造を採用してもよく、或いは、対物レンズの周囲に環状に照明用のファイバーを配置して暗視野照明を行うようにしてもよい。要するに、明視野照明および暗視野照明を行えれば、その構造は任意であり、既存の構造を適宜選択して用いればよい。

【0053】

また、光源および光検出手段の種類はとくに限定されず、例えば、既存の色彩色差計用いられる光源および光検出手段を採用して、色彩測定用の表面検査装置としてもよい。既存の色彩色差計としては、例えば、日本電色工業（株）製微小面分光色差計MSP-Σ90等がある。

このようにすると、被測定物の光量が標準化された値として得られ、具体的には、被測定物の表面の色を $L^*a^*b^*$ 表色系、XYZ表色系等により表色できる。

【0054】

或いは、既存の明度計に用いられる光源および光検出手段を採用して、明度測定用の表面検査装置として構成してもよい。これによれば、被測定物の光量が標準化された明度の値として得られる。

要するに、光検出手段の種類や構造は、受光した光の光量を求めるものであれば、とくに限定されない。

【0055】

また、前記実施形態では、表示手段により、電流値や電圧値を変換した値をデジタル表示したが、アナログ表示してもよい。

前記実施形態では、既存の偏光顕微鏡を用いて表面検査装置を構成したが、この偏光顕微鏡を用いなくて、光源、対物レンズ、光検出手段およびスリット等の各部材を組み立てることにより表面検査装置を構成してもよい。

そして、被測定物の種類、具体的には、材質、形状、大きさ、色等は任意である。

【0056】

【実施例】

前記実施形態の被測定物2として合成樹脂製のサンプルを用い、傷の光沢、光沢むらおよびウェルドラインの外観をそれぞれ評価した。

〔傷の光沢の評価〕

傷の光沢の評価は、互いに異なる傷を備えた四つのサンプルA～サンプルDについて行った。

サンプルAは、タルク23重量%、エチレン-プロピレンエラストマ4重量%および顔料（ダークグレー）1.3重量%を配合したポリプロピレン樹脂組成物からなる平板状の試験片（120mm×120mm×3mm）を用意し、この試験片に東洋精機社製テーパスクラッチテストを用いて長さ50mmの傷を付けることにより得た。



試験片への傷付けは、傷付け用のカッタの代わりに、先端面の外周を4 mm Rに面取りした直径3 mmの円柱状の金属棒を用い、20 gfの荷重をかけて行った。このような金属棒によって傷を付けると、傷付部が平滑になり、傷付け前よりも光沢度が高くなる。

## 【0057】

サンプルBは、試験片に傷を付ける際の荷重を100 gfにしたこと以外はサンプルAと同様にして得た。

サンプルCは、試験片に傷を付ける際の荷重を300 gfにしたこと以外はサンプルAと同様にして得た。

サンプルDは、試験片に傷を付ける際の荷重を500 gfにしたこと以外はサンプルAと同様にして得た。

## 【0058】

## 〈測定例〉

これらの四つのサンプルA～Dについて、前記実施形態の表面検査装置1を用いて表面検査を行った。この検査は、サンプルA～Dの各表面において、傷を付けた傷付部と傷のない無傷部とについてそれぞれ行った。測定条件は次の通りである。

対物レンズの倍率：5倍、

スリットの開口：直径2 mmの円形、

照明の種類：暗視野照明（照射角度45度）。

この検査では、検出された光量を次のようにして表示させた。つまり、サンプルA～Dの検査と同じ測定条件下で、予め白色標準板の検査を行って、検出された白色標準板の光量を標準値とし、この標準値を基準の100%としてサンプルA～Dの検査で検出された光量を変換して表示するようにした。その結果を表1に示す。

## 【0059】

## 〈比較例〉

また、特公平7-52160号公報の方法により、各サンプルA～Dの傷付部および無傷部についてそれぞれ測定を行い、反射光の光量をカメラの露出時間と

して求めた。その結果を表1に示す。

そして、各サンプルA～Dについて、傷の目立ち難さを目視により評価し、目立ち難い順に順位付けした。その結果を表1に示す。

【0060】

【表1】

	傷付け 荷重 (gf)	目立ち 難さの 目視 順位	比較例			測定例		
			無傷部の 露出時間 (秒)	傷付部の 露出時間 (秒)	露出時間 の差 (%)	無傷部 (%)	傷付部 (%)	差 (%)
A	20	1	10	10	0	7.0	6.7	0.3
B	100	2	10	10	0	6.8	6.4	0.4
C	300	3	10	10	0	6.4	5.7	0.7
D	500	4	10	10	0	7.1	6.0	0.9

【0061】

表1に示すように、前記実施形態の表面検査装置1を用いて表面検査を行うことで、傷付部と無傷部との光沢の差が明確に検出され、目視結果に対応した高精度な検査結果が得られることがわかる。

一方、特公平7-52160号公報の方法では、傷付部と無傷部とで露出時間に差が見られず、目視結果との相関が得られなかった。このため、前記実施形態の方法は、特公平7-52160号公報の方法よりも高精度な表面検査が実現できることがわかる。

【0062】

〔光沢むらの評価〕

光沢むらの評価は、前記実施形態の表面検査装置1を用いて、前述したサンプルA～Dと同じ樹脂を射出成形して製造した自動車のバンパについて行った。

すなわち、バンパを三つ用意してサンプルE～Gとし、各サンプルE～Gに形成したロゴの下側、つまり、樹脂流れ下方側に生じた光沢むら部を含む13mm×31mmの範囲を測定領域とした。なお、この測定領域は各サンプルE～Gで互いに同じ位置とした。

測定条件は次の通りである。

対物レンズの倍率：5倍、

スリットの開口：直径5mmの円形、

照明の種類：明視野照明（照射角度0度）。

【0063】

この検査では、表面検査装置1による光検出範囲を前述した測定領域内の1mm四方の範囲に絞り込み、サンプルを1mmずつ断続的に移動させて1mm四方の範囲毎に検査を行うことで測定領域内の表面を走査した。検出した光量は、前述したサンプルA～Dと同様に、白色標準板（標準サンプル）の光量を100%としたときの割合（%）に変換してから表示させた。

サンプルE～Gの各測定領域における最大値、最小値およびその差を表2に示す。

【0064】

【表2】

	最大値 (%)	最小値 (%)	差 (%)
サンプルE	11.0	6.3	4.7
サンプルF	14.7	6.1	8.6
サンプルG	10.7	5.0	5.7

【0065】

表2に示すように、サンプルEの測定領域における最大値および最小値の差は、サンプルF、Gと比較して小さいことから、サンプルEは、光沢むらが少ないサンプルであることがわかる。一方、サンプルGの最大値および最小値の差は、三つのサンプルE～Gのうち最も大きく、光沢むらの大きいサンプルであることがわかる。

このように、本実施形態の表面検査装置1を用いて表面検査を行うことで、所定の測定領域における光沢むらを高精度に定量化できることがわかる。

【0066】

〔ウェルドラインの外観の評価〕

ウェルドラインの外観の評価は、前記実施形態の表面検査装置1を用いて、表面にシボ（凹凸模様）が付けられた平板状のサンプルH、Iについて行った。これらのサンプルH、Iは、中央に直線状のウェルドラインが形成された射出成形品からなるものであり、サンプルHはウェルドラインが目立つものであり、サンプルIはウェルドラインがほとんど目立たないものである。この検査での測定条件は次の通りである。

対物レンズの倍率：5倍、

スリットの開口：直径5mmの円形、

照明の種類：明視野照明（照射角度0度）。

#### 【0067】

この検査では、サンプルH、Iの各表面において、ウェルドラインと直交する20mm×1mmの領域を測定領域とし、それぞれ測定領域の中央部分にウェルドラインが位置するようにした。なお、サンプルH、Iの各測定領域は互いに同じ位置になるように設定した。

各測定領域についての表面検査は、前述した光沢むらの評価（サンプルE～G）を行ったときと同様に、サンプルH、Iを移動させて走査することにより行った。すなわち、サンプルH、Iの表面における光検出範囲を1mm四方の範囲に絞り込み、サンプルを1mmずつ断続的に測定領域の長手方向、つまりウェルドラインと直交する方向へ直線的に移動させて、1mm四方の範囲毎に検査を行った。

この検査では、検出した光量は、前述したサンプルA～D、E～Gと同様に、白色標準板（標準サンプル）の光量を100%としたときの割合（%）に変換してから表示させた。その結果を図4に示す。

#### 【0068】

図4により、サンプルHの表面の反射光は、サンプルIよりもばらつきが大きく、サンプルHはサンプルIよりもウェルドラインが目立つことがわかる。このように、前記実施形態の表面検査装置1を用いて表面検査を行うことで、ウェルドラインの外観、つまり目立ち易さを、周辺部分との反射光の差として検出でき、目視結果に対応した高精度な検査結果が得られることがわかる。

【0069】

## 【発明の効果】

以上に述べたように、本発明によれば、被測定物の表面で反射された反射光を受光する対物レンズと、この対物レンズにその光軸と平行な方向で入射した成分を検知してその光量を求める光検出手段との間の光路にスリットを設け、スリットの開口を通過した成分のみを取り出して検出することで、被測定物の表面における反射光の検出範囲、つまり光検出範囲をスリットの開口によって制限できるようになるから、表面状態を厳密かつ高精度に定量化できる。

さらに、低倍率の対物レンズを用いた場合でも、スリットによって被測定物の表面における光検出範囲を制限できるため、被測定物の表面を複数の光検出範囲に細かく分割して検出できるから、被測定物の表面状態を精度よく定量化できる。

【0070】

また、優れた検出精度が得られるので、従来の傷の白化度だけでなく、光沢、色、凹凸等による表面状態の相違も定量化できるとともに、傷のない部分を含んだ被測定物の表面全体の定量化が可能になるため、被測定物の外観に対応した評価結果を得ることができるうえに、従来のように測定のために被測定物の表面に所定の傷を付けなくてもよくなるから、材料の表面検査だけでなく製品の品質検査における表面検査にも用いることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の一実施形態を一部破断して示す図。

## 【図2】

前記実施形態の照明切換手段を示す斜視図。

## 【図3】

前記実施形態の光検出手段を示すブロック図。

## 【図4】

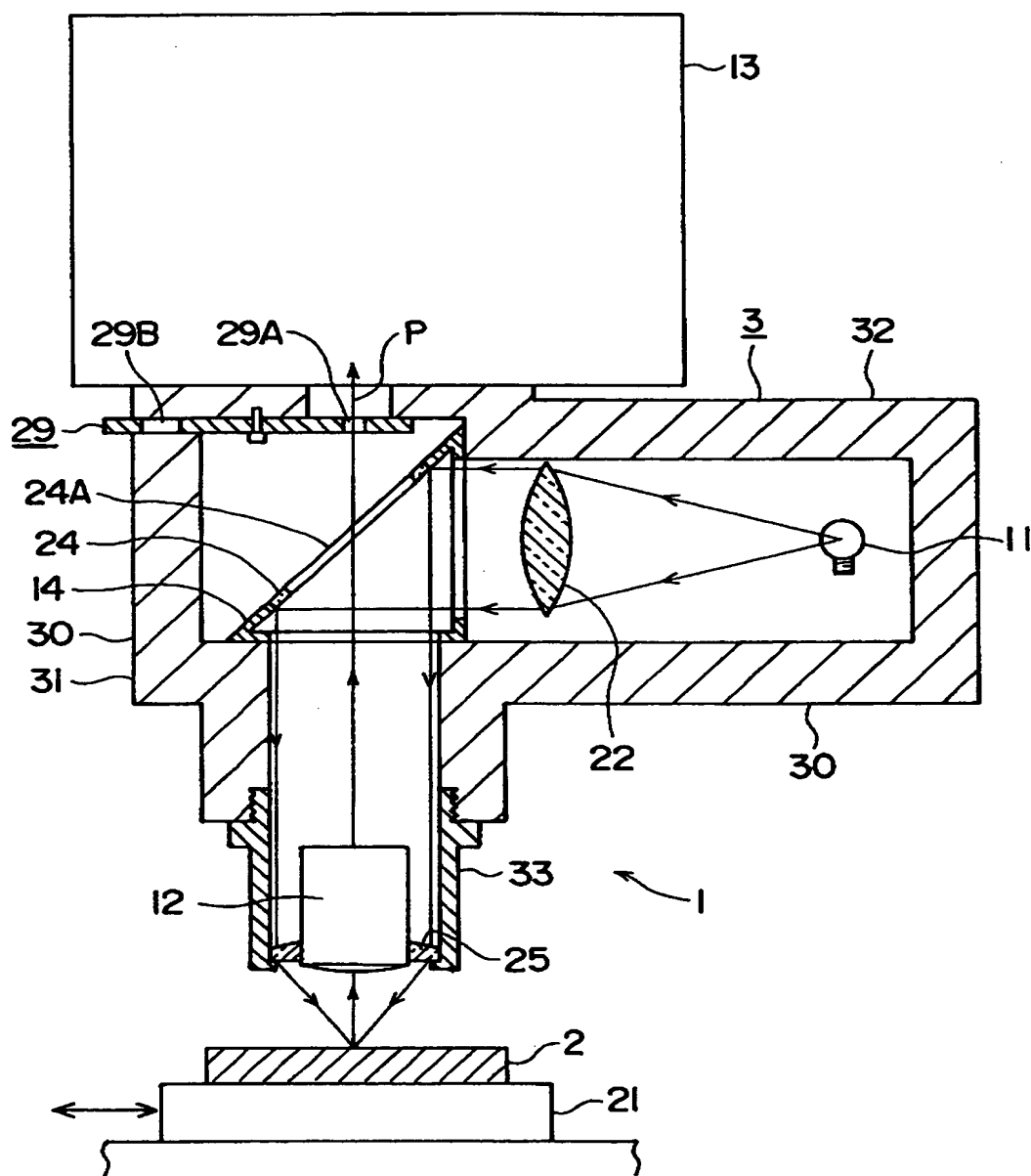
前記実施形態の表面検査装置を用いてウェルドラインの外観を検査した結果を示す図。

【符号の説明】

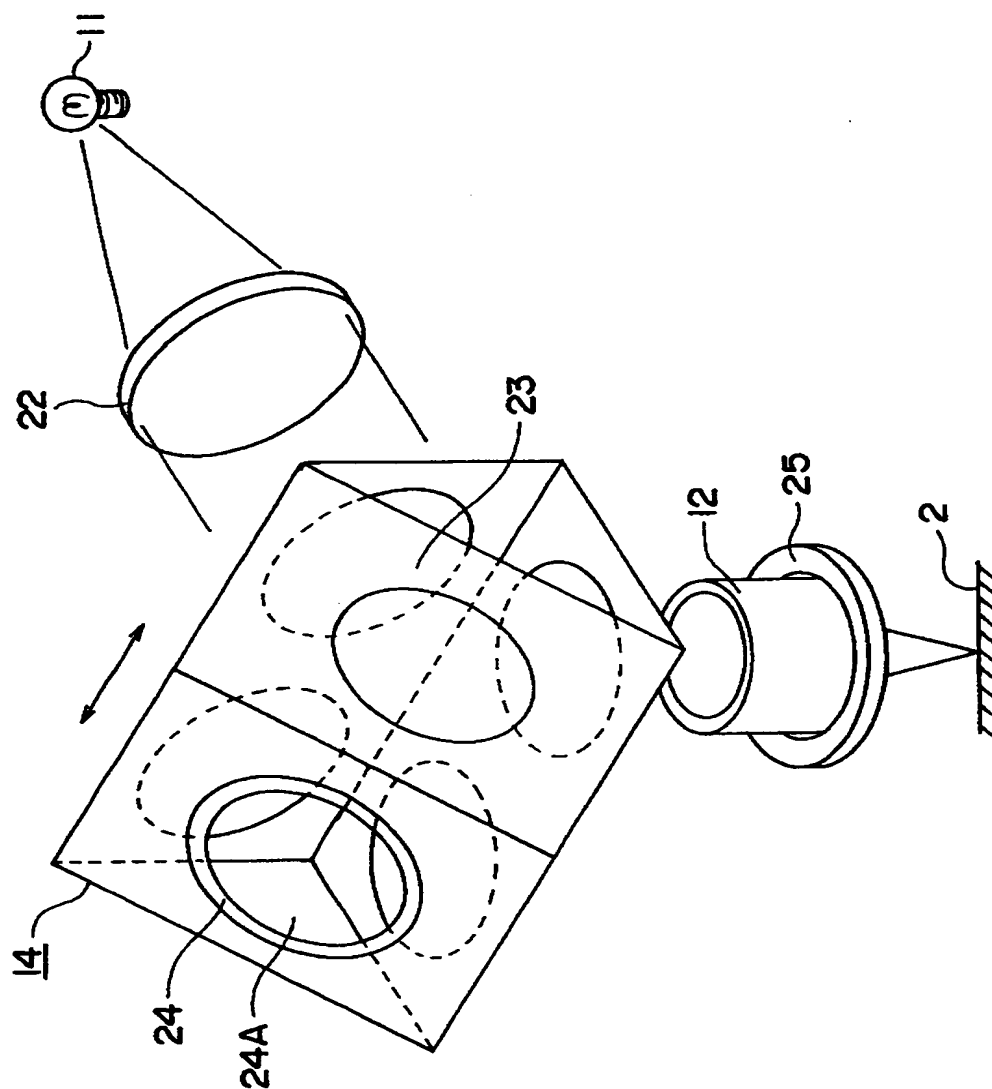
- 1 表面検査装置
- 2 被測定物
  - 1 1 光源
  - 1 2 対物レンズ
  - 1 3 光検出手段
  - 1 4 明暗視野切換スライド（照明切換手段）
- 2 9 スリット
- 2 9 A, 2 9 B 開口
- 4 2 光電変換手段
- 4 4 演算手段

【書類名】 図面

【図1】

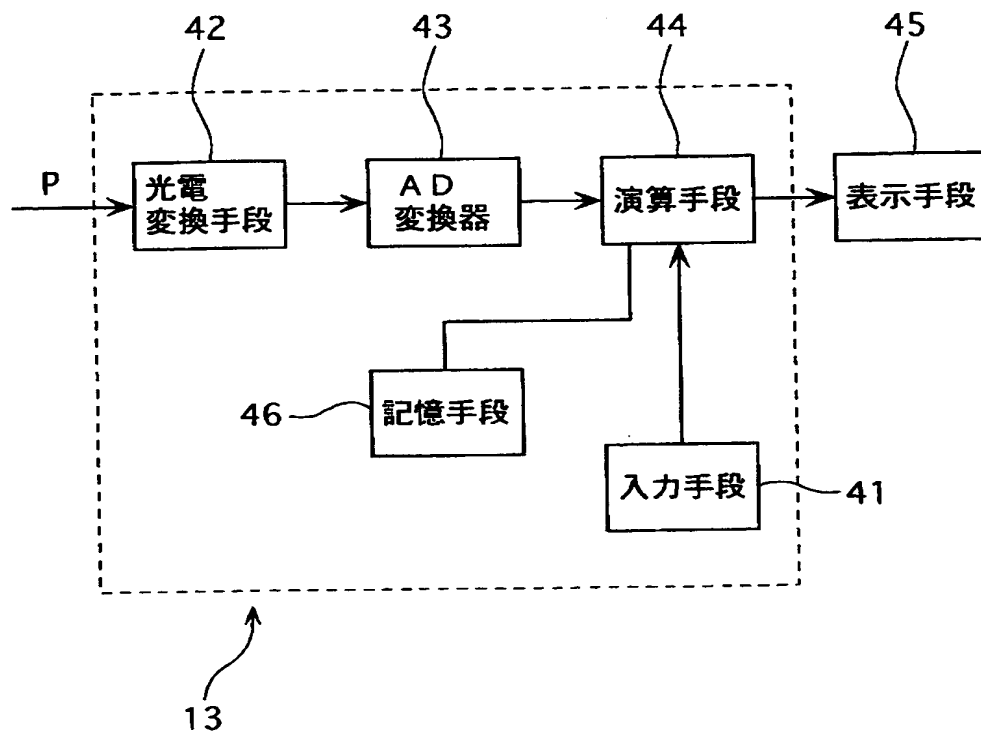


【図2】

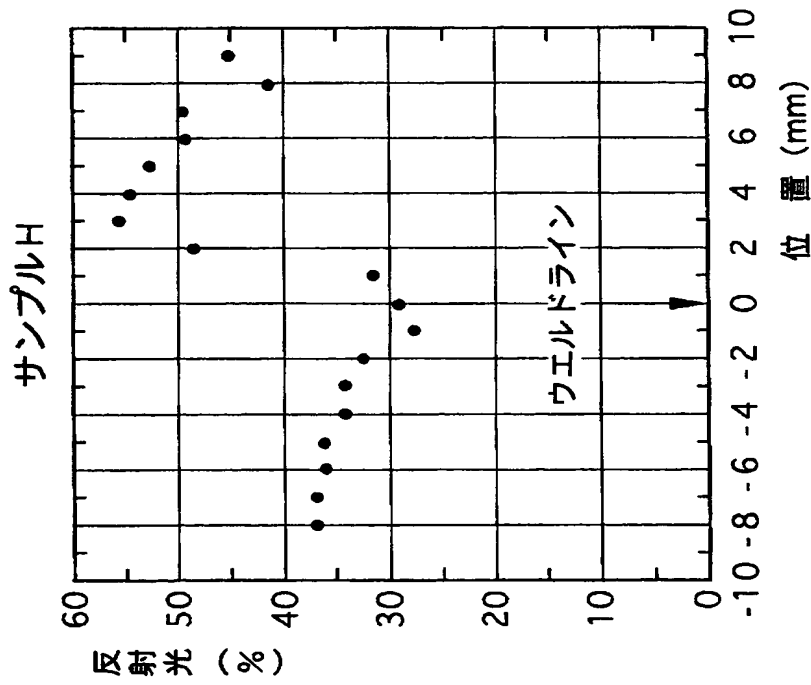
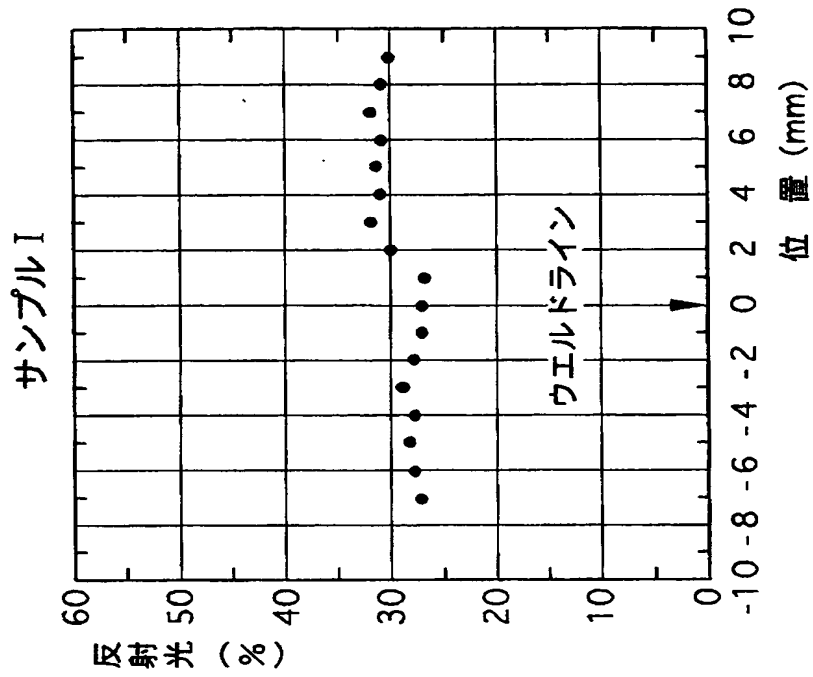




【図3】



【図4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被測定物の形状に拘わらずその表面状態を精度よく定量化できかつ製品の表面検査にも適用できる表面検査装置および表面検査方法を提供する。

【解決手段】 被測定物 2 の表面に光を照射する光源 1 1 と、被測定物 2 の表面に対向しかつ光源 1 1 から照射されて被測定物 2 の表面で反射された反射光を受光する対物レンズ 1 2 と、この対物レンズ 1 2 を通過する反射光のうち対物レンズ 1 2 にその光軸と平行な方向で入射した成分を検知して光量を求める光検出手段 1 3 と、対物レンズ 1 2 および光検出手段 1 3 の間の光路に設けられたスリット 2 9 とを有して表面検査装置 1 を構成する。これにより被測定物 2 の表面の光検出範囲をスリット 2 9 で絞り込むことができるから高精度に定量化できる。

【選択図】 図 1

特平 9-123987

【書類名】 職権訂正データ  
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000183657

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目6番1号

【氏名又は名称】 出光石油化学株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100079083

【住所又は居所】 東京都杉並区荻窪5丁目26番13号 荻窪TMビル 3F 木下特許商標事務所

【氏名又は名称】 木下 實三

【選任した代理人】

【識別番号】 100094075

【住所又は居所】 東京都杉並区荻窪5丁目26番13号 荻窪TMビル 3F 木下特許商標事務所

【氏名又は名称】 中山 寛二

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

{000183657}

1. 変更年月日

1995年 5月 1日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区芝五丁目6番1号

氏 名

出光石油化学株式会社

